

PENGARUH AKTIVITAS PEMANCANGAN TIANG PONDASI TERHADAP BANGUNAN DI SEKITARNYA

Sutrisno ¹⁾, Eka Priadi ²⁾, Ahmad Faisal ²⁾

Abstrak

Dalam merencanakan suatu konstruksi bangunan, perlu dilakukan penyelidikan khusus tentang tanah di kawasan tersebut. Hal ini sangat penting diketahui mengingat tanah merupakan pondasi awal dari suatu konstruksi. Dalam pengembangan bangunan Hotel SwissBell, dilakukan pekerjaan pemancangan pondasi tiang Spun Pile dengan menggunakan alat pancang HSPD (Hydraulic Static Pile Driver) tipe 250 T. Pergeseran alat HSPD dan proses pemancangan tiang menimbulkan masalah gerakan tanah yang mempengaruhi bangunan yang ada di sekitar lokasi pembangunan. Untuk menentukan kerusakan bangunan dapat menggunakan skala intensitas kerusakan Modified Mercalli dimana tingkat intensitasnya dinyatakan dengan angka romawi antara I di tingkat rendah hingga XII pada tingkat tertinggi. Dalam menyelesaikan masalah gerakan tanah dan penanganan kerusakan bangunan terdapat beberapa cara untuk mengurangi kerusakan bangunan dengan cara membuat galian, dinding penahan tanah serta pemancangan cerucuk di sekitar bangunan.

Kata kunci: getaran alat, gelombang getaran, skala intensitas kerusakan Modified

1. PENDAHULUAN

Indonesia, khususnya Kalimantan Barat merupakan daerah yang sedang berkembang di bidang ekonomi yang di tandainya dengan pembangunan tingginya frekuensi pembangunan fisik mengakibatkan banyaknya bangunan – bangunan sipil seperti gedung, jembatan dan jalan raya terpaksa di bangun pada kondisi geologis yang kurang menguntungkan. Jenis pondasi tiang pancang sudah banyak digunakan untuk gedung bertingkat maupun jembatan karena mempunyai daya dukung yang sangat baik, tetapi proses yang dilakukan saat pemancangan akan menimbulkan getaran yang cukup besar dan akan mengganggu terhadap kenyamanan manusia maupun kerusakan bangunan. Intensitas getaran pada suatu lokasi yang ditinjau yang ditimbulkan oleh proses pemancangan akan

tergantung pada beberapa faktor antara lain : kondisi tanah setempat yang berfungsi sebagai media rambat gelombang, intensitas sumber getar dan jarak sumber getar. Dalam menunjang pembangunan gedung yang ideal diperlukan perencanaan yang matang dan yang sesuai dengan perkembangan zaman demi memberikan jaminan kekuatan, kekakuan, efisiensi serta fleksibilitas pelaksanaan dengan tidak melupakan aspek ekonomis dari konstruksi yang ada.

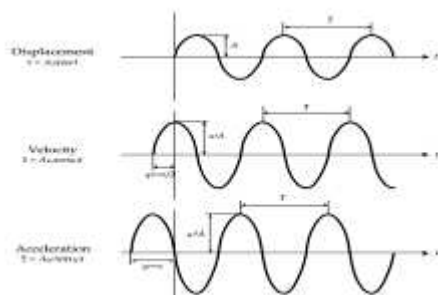
Struktur bangunan di desain menggunakan struktur beton bertulang yang merupakan gabungan dari beton yang merupakan material yang cukup kuat dalam menahan gaya tekan namun lemah terhadap gaya tarik dan tulangan baja yang ditambahkan untuk menahan gaya tarik yang ditimbulkan oleh beban struktur bangunan. Beton merupakan campuran dari

bahan-bahan agregat halus dan agregat kasar, dengan bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu reaksi kimia selama proses perawatan, dan pengerasan berlangsung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dasar – dasar dinamika gerak getaran

Bangunan Swissbel Hotel ini direncanakan dibangun di kota Pontianak dengan luasan bangunan $\pm 340 \text{ m}^2$. Berikut beberapa parameter suatu gerak getaran yang dapat di lihat dalam gambar berikut



Gambar 1. Parameter dinamika dalam suatu getaran

2.2. Propagasi gelombang umum

Pada pemancangan struktur bangunan akan terjadi dampak lingkungan dimana hasil dari getaran alat pancang serta desakan dari tanah itu sendiri. Propagasi Gelombang pada tanah yang terdiri dari beberapa jenis yaitu, Gelombang badan (*Body Wave*) dan Gelombang Permukaan (*Surface Wave*).

2.2.1. Gelombang Badan (Body Wave)

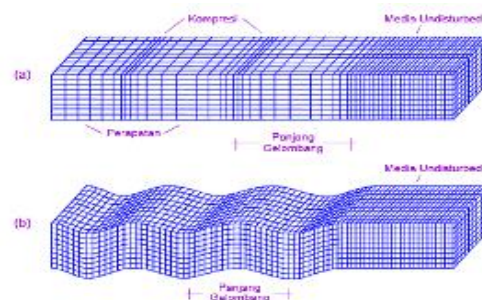
Body Wave itu sendiri terdiri dari Gelombang sekunder (S-wave) dan Gelombang Primer (P-wave). kecepatan

gelombang primer dapat ditulis sebagai berikut :

$$c_P = \sqrt{\frac{M}{\rho}} = \sqrt{\frac{G(2-2\nu)}{\rho(1-2\nu)}} = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1-2\nu)(1+\nu)}}$$

Sedangkan untuk kecepatan gelombang sekunder dapat di hitung sebagai berikut :

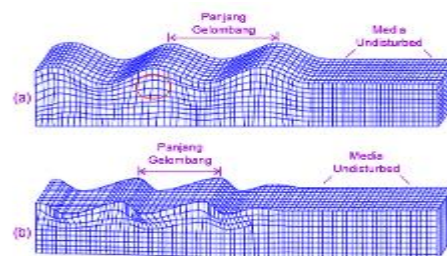
$$c_S = \sqrt{\frac{G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1-\nu)}}$$



Gambar 2. Deformasi Body wave
(a) p-wave dan (b) SV – wave

2.2.2. Gelombang Permukaan

Gelombang permukaan (*surface wave*) sendiri merupakan Gelombang yang merambat di sepanjang permukaan Bumi. Gelombang permukaan terdiri dari *Gelombang Rayleigh* dan *Gelombang Love*.



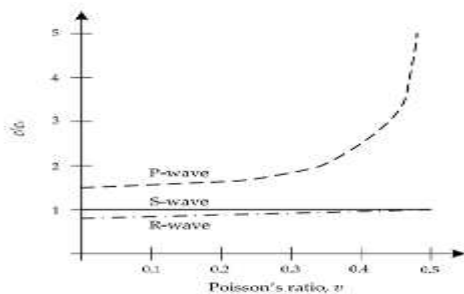
Gambar 3. Deformasi Gelombang Permukaan (a) *Gelombang Rayleigh* dan (b) *Gelombang Love*

Berikut nilai – nilai kecepatan gelombang di tanah (*Head & Jarandine*).

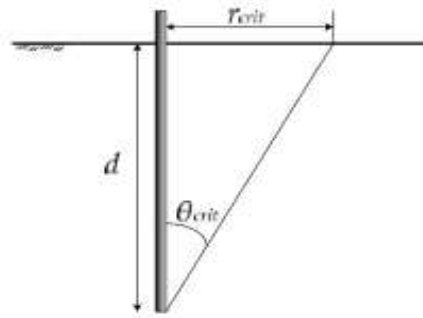
Tabel 1. Nilai – nilai kecepatan di tanah

Soil/Material type	c_p (m/s)	c_s (m/s)
Air	344	0
Ice	3000 – 3500	1500 – 1600
Water	1480 – 1520	0
Concrete	3400	2100
Steel	6000	3300
Granite	4500 – 5500	3000 – 3500
Sandstone, shale	2300 – 3800	1200 – 1600
Fractured rock	2000 – 2500	800 – 1400
Saturated moraine	1400 – 2000	300 – 600
Dry moraine	600 – 1500	300 – 750
Saturated sand/gravel	1400 – 1800	100 – 400
Dry sand/gravel	200 – 800	150 – 500
Clay below gw	1450 – 1900	80 – 500
Clay above gw	100 – 600	40 – 300
Organic soils	1480 – 1520	30 – 50

Kecepatan rambat gelombang juga tergantung pada *Rasio Poisson*, dimana korelasi antara rasio poisson dan kecepatan propagasi gelombang dapat dilihat pada hubungan antara kecepatan jenis gelombang yang berbeda



Gambar 4. Hubungan antara kecepatan Propagasi, rasio poisson dan kecepatan gelombang geser (Richart et al,1970)

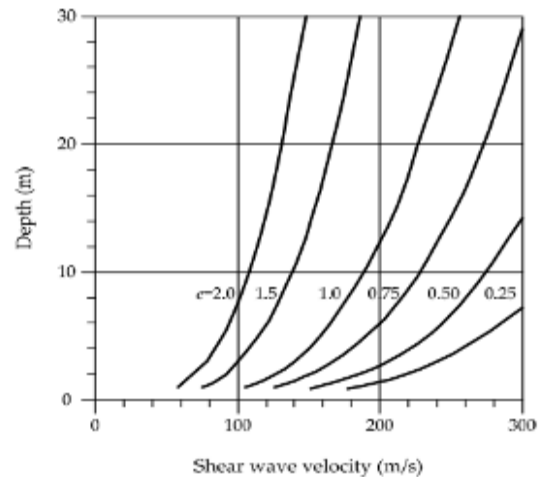


Gambar 5. korelasi antara kecepatan gelombang geser, angka pori dan kedalaman untuk normal konsolidasi tanah jenuh

2.3. Getaran alat Pancang

2.3.1 Sumber Getaran

Sumber getaran dapat timbul dari beberapa aktivitas dari sejumlah kegiatan. Ketika getaran yang ditimbulkan oleh getaran buatan dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 6. Jenis – jenis getaran yang di sebabkan oleh pukulan alat pancang

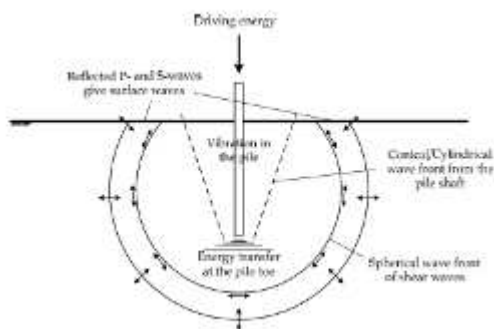
2.3.2 Getaran dalam tiang

Pada umumnya pancang tiang secara dipukul atau di tekan dapat menimbulkan dampak dorongan yang dihasilkan oleh pukulan atau tekanan yang dapat menghasilkan suatu gelombang tekan yang menyebar dari atas tiang sampai ujung tiang. Interaksi antara gesekan poros dengan gelombang yang mencapai ke kepala tiang dengan waktu yang dapat di tentukan

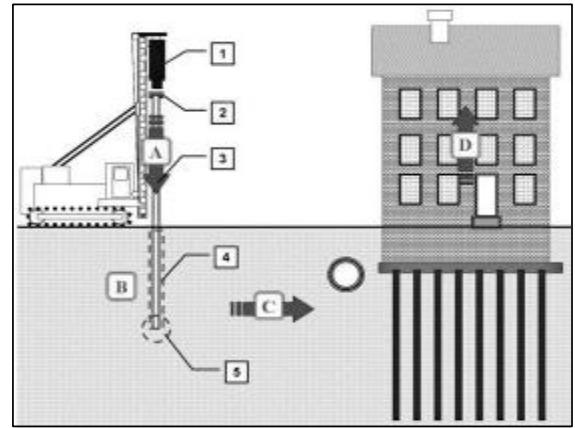
$$t = \frac{2Lp}{CB}$$

2.3.3. Interaksi tiang dengan tanah

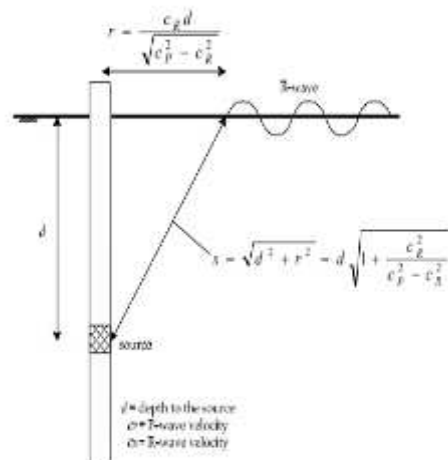
Energi diinduksi di kepala tiang yang prinsipnya dibagi menjadi energi yang di gunakan untuk penetrasi pukulan, energi yang di pantulkan kembali ke atas pukulan dan energi yang di transmisikan ke dalam tanah. Dapat dilihat skema representasi dari jenis gelombang yang dapat dihasilkan di pemancangan menurut Attwell (1973) dan Martin (1980)



Gambar 7. Skema repretansi dari jenis gelombang



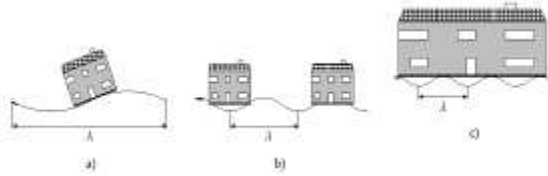
Gambar 8. Jarak kritis dan sudut kritis untuk refleksi dari gelombang permukaan selama pemancangan



Gambar 9. Penentuan jarak minimum dari sumber ke titik di permukaan dimana gelombang permukaan dihasilkan, Downing (1996)

2.3. Dampak lingkungan akibat dari getaran tiang pancang

Getaran yang ditimbulkan akibat dari aktivitas pemancangan pasti akan berdampak pada lingkungan sekitarnya dimana dampak terhadap tanah dan dampak terhadap bangunan dan struktur.



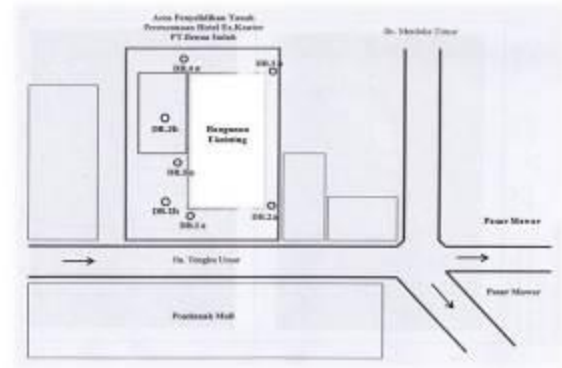
Gambar 10. Panjang gelombang yang berdampak pada bangunan

2.4. Skala Intensitas kerusakan Modified Mercalli

Skala intensitas mercalli adalah sebuah cara mengukur atau membandingkan efek – efek dari sebuah gempa pada tempat yang berbeda. Skala intensitas sudah secara umum dipakai seismolof untuk mengetahui informasi seberapa merusaknya pengaruh gempa. Tingkat intensitas dinyatakan dengan angka Romawi antara I di tingkat rendah hingga XII pada tingkat tertinggi.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi kegiatan penelitian berada di Jalan Teuku Umar, Pontianak dekat bangunan eksisting 11 lantai. Data tanah yang didapat dari hasil penyelidikan oleh tim Lab Mekanika Tanah Universitas Tanjungpura, Pontianak dimana meninjau 5 (lima) titik pekerjaan bor dalam (*Deep Boring*) masing-masing : DB.1a, DB.2a, DB.3a, DB.4a dan DB.5a dan tim lab mekanika tanah Tarumanegara Bumiya, Jakarta dimana meninjau 2 (dua) titik bor dalam (*Deep Boring*) masing-masing : DB.1b dan DB.2b seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 11. Denah area penyelidikan tanah

Tahapan metode penelitian meliputi :

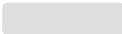
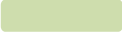




- Pengumpulan data sekunder berupa data tanah, dan data primer berupa data bangunan eksisting.
- Pengolahan data
- Analisa data dan hasil
- Kesimpulan

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data Tanah

Hasil rekapitulasi nilai N-SPT yang digambarkan pada setiap kedalaman tanah berupa data borlog sebagai berikut.

Tabel 2. Tabel Bor Log setiap titik bor

Nilai SPT (N)			Kedalaman (m) pada Titik Bor ke-						
			DB.1a	DB.2a	DB.3a	DB.4a	DB.5a	DB.1b	DB.2b
0 - 2	Very soft		6,00	8,00	10,00	12,00	10,00	8,00	10,00
2 - 5	Soft		16,00	12,00	18,00	18,00	12,00	14,00	16,00
5 - 10	Medium stiff		18,00	20,00	20,00	21,00	18,00	16,00	22,00
10 - 20	Stiff		20,00	23,00	21,00	22,00	21,00	26,00	26,00
20 - 30	Very stiff		22,00	24,00	28,00	24,00	22,00	37,00	37,00
> 30	Hard		35,00	34,00	32,00	32,00	30,00	38,00	38,00

Tabel 3. Klasifikasi Tanah dari Data Sondir

<i>SONDIR (CP)</i>	<i>SPT</i>	<i>UCS</i>	<i>CONSISTENCY</i>
<i>Qc (Kg/cm²)</i>	<i>(N)</i>	<i>(Kg/cm)</i>	
<i>0 - 5</i>	0 - 2	0 - 0,25	<i>Very soft</i>
<i>5 - 10</i>	2 - 5	0,25 - 0,50	<i>Soft</i>
<i>10 - 20</i>	5 - 10	0,50 - 1,00	<i>Medium stiff</i>
<i>20 - 40</i>	10 - 20	1,00 - 2,00	<i>Stiff</i>
<i>40 - 80</i>	20 - 30	2,00 - 4,00	<i>Very stiff</i>
<i>80 - 100</i>	> 30	> 4	<i>Hard</i>

4.2. Analisa Data Bangunan Eksisting

Bangunan eksisting ini direncanakan dan telah dibangun untuk perkantoran dengan jumlah lantai 11 (sebelas) lantai.



Gambar 12. Kondisi bangunan eksisting

Dead load:

Lantai ke-1	=	933,723	Ton
Lantai ke-2	=	390,715	Ton
Lantai ke-3	=	390,715	Ton
Lantai ke-4	=	381,307	Ton
Lantai ke-5	=	381,307	Ton
Lantai ke-6	=	381,307	Ton
Lantai ke-7	=	381,307	Ton
Lantai ke-8	=	381,307	Ton
Lantai ke-9	=	399,535	Ton
Lantai ke-10	=	399,535	Ton
Lantai ke-11	=	381,307	Ton
Lantai atap	=	111,594	Ton +
Total beban mati		4913,658	Ton

Dengan luas bidang pondasi bangunan eksisting = 1074,519 m²

Tekanan pada tanah

$$\begin{aligned}
 &= \text{Total beban mati} / \text{Luas bidang bangunan} \\
 &= \frac{4913,658 \text{ Ton}}{1074,519 \text{ m}^2} \\
 &= 4,573 \text{ Ton/m}^2 \\
 &= 44,861 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan didapatkan hasil tekanan beban mati bangunan eksisting adalah sebesar = 4,573 ton/m² atau 44,861 kN/m².

4.3. Perhitungan jarak kritis dan sudut kritis dari gelombang

Perhitungan ini menggunakan perpindahan tanah dari hasil kecepatan gelombang primer dan gelombang sekunder selama pemancangan untuk mendapatkan jarak kritis dan sudut kritis. Menurut Downing, penentuan jarak minimum dari sumber titik dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\theta_{crit} = \arcsin\left(\frac{cs}{cp}\right)$$

sedangkan untuk penentuan jarak kritis dari titik pemancangan adalah sebagai berikut :

$$rcrit = \tan \theta_{crit} d$$

- Penentuan Sudut kritis

$$\theta_{crit} = \arcsin\left(\frac{cs}{cp}\right)$$

$$\theta_{crit} = \arcsin\left(\frac{0,00586}{1}\right) = 42,34$$

- Penentuan jarak kritis

$$rcrit = \tan \theta_{crit} d$$

$$rcrit = \tan 42,34 \times 40 = 3,644 \text{ m}$$

4.4. Zona kerusakan bangunan sekitar akibat pemancangan

Kerusakan bangunan biasanya di sebabkan beberapa faktor, misalnya; karena faktor cuaca, mutu material, umur dari bangunan, dan pembangunan baru disekitar bangunan. Berikut ini merupakan sebuah zona lokasi pemancangan yang dapat berpengaruh terhadap bangunan di sekitarnya



Gambar 13. Mapping bangunan yang di tinjau kerusakannya



Gambar 14. Bangunan vihara yang mengalami keretakan akibat pemancangan



Gambar 15. kerusakan dinding akibat desakan tanah dari pemancangan



Gambar 16. Kerusakan lantai akibat getaran dari alat pancang dan desakan tanah

Seperti keterangan pada diatas tampak jelas kerusakan – kerusakan bangunan itu disebabkan karena adanya aktivitas dari sebuah alat pancang serta desakan dari tanah itu sendiri. Berdasarkan keruskan maka dapat disimpulkan bahwa untuk skala intensitas kerusakannya adalah **MM IX**.

5. KESIMPULAN

Hasil dari analisa-analisa data pada pada bahasan skripsi ini akan dijelaskan kembali dari setiap poin penting yang bisa diambil diantaranya:

- a. Dalam analisa data tanah di lokasi proyek swiss-Belhotel diketahui bahwa lapisan tanah sangat kaku terletak pada kedalam > 35 m dengan nilai N-SPT > 30 pada lapisan jenis tanah pasir sangat padat, dan elevasi muka air tanah berada pada $-0,50$ m dari permukaan tanah setempat.
- b. Untuk perhitungan kecepatan rambat gelombang permukaan didapat nilai kecepatan gelombang permukaan sebesar $0,007935$ m/s, sedangkan untuk nilai kecepatan gelombang sekundernya adalah $0,0058$ m/s.
- c. Dalam perhitungan untuk nilai kecepatan rambat gelombang jenis Rayleigh didapat nilai $0,00543$ m/s.
- d. Jarak kritis suatu titik pemancangan terhadap bangunan disekitarnya didapat nilai dengan sudut $42,34$ dan jarak kritisnya $3,644$ m.
- e. Kerusakan bangunan di tentukan berdasarkan skala intensitas dengan jarak rata-rata $2,5 - 5$ m memiliki skala intensitas **MM IX**.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpan,I & Meidav,T.,1963.*The effect of pile driving on adjacent buildings. A case History. Rilem Symposium on Measurements and Evaluations of Dynamic Effects and Vibrations in Construction*, Budapest
- Athanasopoulos, G.A & Plekis, P.C,2000. *Ground Vibrations from Sheetpile Driving un Urban Environment: Measurements, Analysis and Effects on Buildings and Occupants. Soil Dynamics and Earthquake Engineering Elsevier*, vol.19, no.5, pp 371-387
- Attewell,P.B & Farmer,I.W.1973.*Attenuation of ground vibration from pile driving* Vol.3,No.7,pp.26-29.
- Das, Braja M., 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip - Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kardiyono Tjokrodinuljo,1997, *Teknik Gempa*.Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Tim Laboratorium Mekanika Tanah Untan. 2012. *Laporan Penyelidikan Tanah Proyek Perencanaan Hotel Ex.Kantor PT.Benua Indah Pontianak*. Pontianak: Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura.